

①

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 2 月 20 日 (20.02.2003)

PCT

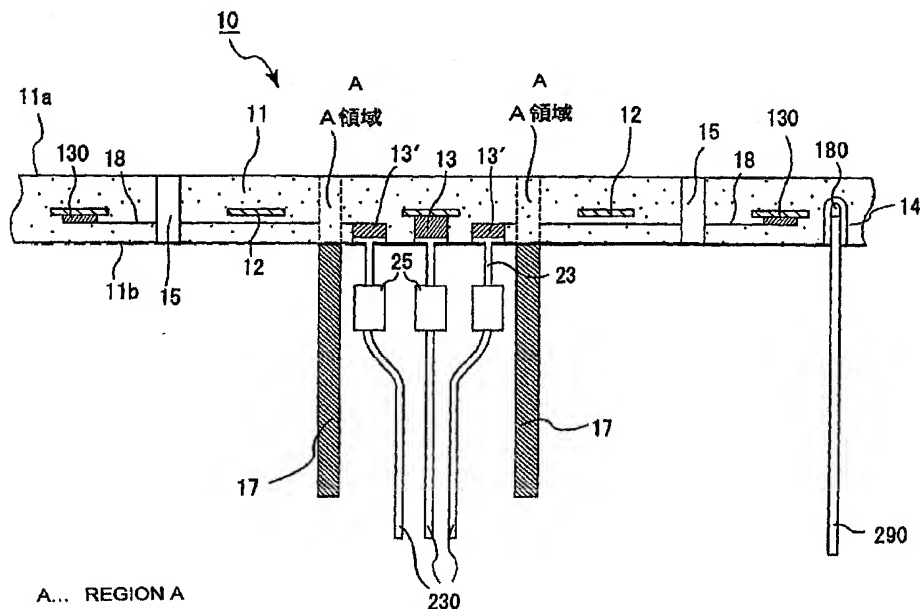
(10) 国際公開番号  
WO 03/015157 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/68, 21/02, C04B 37/00, H05B 3/10, 3/06, 3/04
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/08223
- (22) 国際出願日: 2002 年 8 月 12 日 (12.08.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2001-243759 2001 年 8 月 10 日 (10.08.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町 2 丁目 1 番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 康隆
- (IT0,Yasutaka) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP). 大倉 一輝 (OHKURA,Kazuteru) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (74) 代理人: 安富 康男 (YASUTOMI,Yasuo); 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 4 番 20 号 中央ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC JOINT BODY

(54) 発明の名称: セラミック接合体



(57) Abstract: In a semiconductor device production/inspection step, it is possible to provide a ceramic joint body in which a ceramic substrate having an excellent corrosion resistance is firmly attached to a ceramic member such as a cylindrical member. The ceramic substrate has a conductive body inside. A ceramic member is attached to the bottom of the ceramic substrate. An area not having the conductive body exists at least at a part of an upper region of the joint boundary between the ceramic substrate and the ceramic member.

[続葉有]



WO 03/015157 A1



- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

本発明の目的は、半導体製品の製造・検査工程において、セラミック基板と筒状体等のセラミック体とが強固に接合されているとともに、上記セラミック基板の耐腐食性に優れるセラミック接合体を提供することにある。本発明のセラミック接合体は、その内部に導電体が設けられたセラミック基板の底面に、セラミック体と接合されたセラミック接合体であって、前記セラミック基板と前記セラミック体との接合界面の上方領域の少なくとも一部に、導電体が形成されていない領域を有することを特徴とする。

W02003/015157

発行日 平成16年12月2日 (2004.12.2)

(43) 国際公開日 平成15年2月20日 (2003.2.20)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

F I

H 0 1 L 21/02

H 0 1 L 21/02

Z

B 2 5 J 15/06

B 2 5 J 15/06

Z

H 0 1 L 21/68

H 0 1 L 21/68

R

H 0 5 B 3/20

H 0 5 B 3/20

3 9 3

H 0 5 B 3/74

H 0 5 B 3/74

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全24頁)

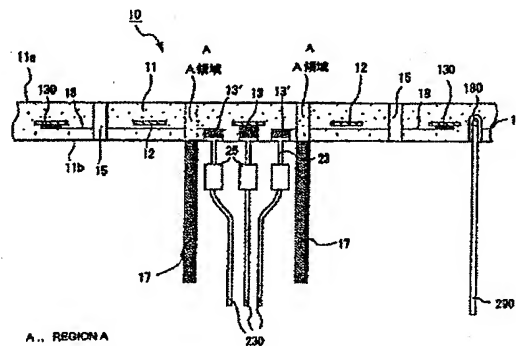
出願番号 特願2003-519987(P2003-519987)  
 (21) 国際出願番号 PCT/JP2002/008223  
 (22) 国際出願日 平成14年8月12日 (2002.8.12)  
 (31) 優先権主張番号 特願2001-243759(P2001-243759)  
 (32) 優先日 平成13年8月10日 (2001.8.10)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)  
 (81) 指定国 EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), CN, JP, KR, US

(71) 出願人 000000158  
 イビデン株式会社  
 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地  
 (74) 代理人 100086586  
 弁理士 安富 康男  
 (72) 発明者 伊藤 康隆  
 日本国岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1  
 イビデン株式会社内  
 (72) 発明者 大倉 一輝  
 日本国岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1  
 イビデン株式会社内

(54) 【発明の名称】 セラミック接合体

(57) 【要約】

本発明の目的は、半導体製品の製造・検査工程において、セラミック基板と筒状体等のセラミック体とが強固に接合されているとともに、上記セラミック基板の耐腐食性に優れるセラミック接合体を提供することにある。本発明のセラミック接合体は、その内部に導電体が設けられたセラミック基板の底面に、セラミック体が接合されたセラミック接合体であって、前記セラミック基板と前記セラミック体との接合界面の上方領域の少なくとも一部に、導電体が形成されていない領域を有することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

その内部に導電体が設けられたセラミック基板の底面に、セラミック体が接合されたセラミック接合体であって、

前記セラミック基板と前記セラミック体との接合界面の上方領域の少なくとも一部に導電体が形成されていない領域を有することを特徴とするセラミック接合体。

## 【請求項 2】

前記セラミック基板とセラミック体との接合界面の上方領域の導電体が形成されていない領域の面積は、接合界面の面積の 5 % 以上である請求の範囲 1 に記載のセラミック接合体。

10

## 【請求項 3】

前記セラミック基板の接合界面の上方領域における焼結助剤の濃度が、前記導電体の下方領域における焼結助剤の濃度に比べて高濃度である請求の範囲 1 または 2 に記載のセラミック接合体。

## 【請求項 4】

さらに、静電電極が形成され、加熱手段を備えた静電チャックとして機能する請求の範囲 1 ～ 3 のいずれか 1 に記載のセラミック接合体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 技術分野

本発明は、ホットプレート（セラミックヒータ）、静電チャック、サセプタなどに用いられ、その内部に導電体が設けられたセラミック基板の底面に、セラミック製筒状体等のセラミック体が接合されたセラミック接合体に関する。

20

## 背景技術

エッチング装置や、化学的気相成長装置等を含む半導体製造・検査装置等においては、従来、ステンレス鋼やアルミニウム合金などの金属製基材を用いたヒータや静電チャック等が用いられてきた。

ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。

まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、15 mm 程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置したシリコンウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの重量が重くなり、また、嵩張ってしまうという問題があった。

30

また、抵抗発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、シリコンウエハ等の被加熱物を加熱する面（以下、加熱面という）の温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

そこで、特開平 4 - 3 2 4 2 7 6 号公報では、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい非酸化物セラミックである窒化アルミニウムを使用し、このセラミック基板中に抵抗発熱体とタングステンからなるスルーホールとが形成され、これらに外部端子としてニクロム線がろう付けされたセラミックヒータが提案されている。

40

このようなセラミックヒータでは、高温においても機械的な強度の大きいセラミック基板を用いているため、セラミック基板の厚さを薄くして熱容量を小さくすることができ、その結果、電圧や電流量の変化に対してセラミック基板の温度を迅速に追従させることができる。

また、このようなセラミックヒータでは、特開 2 0 0 0 - 1 1 4 3 5 5 号公報や特許第 2 7 8 3 9 8 0 号公報に記載のように、円筒状のセラミックと円板状のセラミックとをセラミック接合層を介して接合させ、半導体製造工程に用いる反応性ガスやハロゲンガス等から外部端子等の配線を保護する手段がとられていた。

## 発明の要約

ところが、このようなセラミックヒータでは、円筒状のセラミックと円板状のセラミック

50

とを強固に接合するために、セラミック接合層等を介して接合したり、これらの接合する面に焼結助剤を含有する溶液を塗布して接合したりすることが必須の要件となっていた。また、このような方法により接合体を作製した場合、接合部分の強度が充分ではなく、さらに、接合部分の耐腐食性も充分とはいえず、長期間反応性ガスやハロゲンガスに曝され続けていると、上記円板状のセラミックが腐食してしまっていて使用することができなくなるとともに、セラミック粒子が脱落してシリコンウエハに付着し、パーティクル発生の原因となるものであった。

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、セラミック基板とセラミック製の筒状体等からなるセラミック体が強固に接合されているとともに、上記セラミック基板の耐腐食性に優れるセラミック接合体を実現することを目的とする。

10

本発明は、その内部に導電体が設けられたセラミック基板の底面に、セラミック体が接合されたセラミック接合体であって、

上記前記セラミック基板と上記セラミック体との接合界面の少なくとも一部に導電体が形成されていない領域を有することを特徴とするものである。

セラミック基板に含まれる $Y_2O_3$ 等の焼結助剤は、焼結過程において表面方向へと拡散するため、セラミック基板内部に電極や抵抗発熱体が形成されている場合には、これら電極や抵抗発熱体によって、焼結助剤の表面方向への拡散が阻害され、電極や抵抗発熱体の下方領域付近での焼結助剤濃度が極端に低くなる一方、抵抗発熱体が形成されていない部分の下方領域では、焼結助剤濃度が高くなる。

本発明のセラミック接合体では、上記セラミック基板とセラミック体との接合界面の上方の領域の少なくとも一部に電極や抵抗発熱体が形成されていない領域を持つため、接合界面における焼結助剤の濃度は、高濃度となる。

20

従って、セラミック基板内部の焼結助剤の濃度が高い場合には、セラミック基板とセラミック体とを直接接触させた状態で加熱して接合することが可能であり、セラミック基板とセラミック体との界面に、焼結助剤となるものを介在させて加熱する場合には、その接合強度を高くすることができる。このような態様で接合させることにより、界面間で焼結が進行して、界面をまたぐようにセラミック粒子が結合又は粒成長し、これによりセラミック基板とセラミック体とが強固に接合される。

その結果、上記セラミック体に格納された外部端子、導電線等の電極部材を腐食性ガスから確実に保護することができる。

30

本発明のセラミックヒータでは、上記セラミック基板の接合界面の上方領域における $Y_2O_3$ のような焼結助剤の濃度が、上記抵抗発熱体の下方領域における $Y_2O_3$ のような焼結助剤の濃度に比べて高濃度であることが望ましい。

焼結助剤濃度が高濃度であれば、セラミック基板とセラミック体との界面において粒成長したセラミック粒子が、セラミック基板とセラミック体とを強固に接合して、接合強度がより優れたものとなるからである。

さらに、静電電極が形成されており、加熱手段を備えた静電チャックとして機能することが望ましい。静電チャックは、腐食性の雰囲気で使用されることが多く、上記セラミック基板と上記筒状体等のセラミック体とが、上述したように接合された構造が最適だからである。

40

また、本発明のセラミック接合体を半導体製造・検査装置に応用する場合は、その内部に導電体が設けられたセラミック基板が、底板を備えた支持容器の上部に固定され、さらに、上記セラミック基板の底面に接合されたセラミック製のセラミック体（筒状体）に、上記導電体からの配線が格納されていることが望ましい。上記配線が、腐食性のガス等に曝されることにより、腐食してしまうことを防止するためである。なお、セラミック体は筒状でなくてもよく、全体がセラミックからなり、その内部に配線が埋設されていてもよい。また、筒状体は、円筒の他に中空の角柱でもよい。

上記セラミック基板の接合界面の上方領域で、導電体が形成されていない領域の面積は、上記接合界面の面積の5%以上であることが望ましい。5%未満であると、焼結助剤の拡散が不十分となり、十分な接合強度が得られないからである。

50

さらに、上記セラミック基板の接合界面の上方領域で、導電体が形成されていない領域の面積（導電体非形成面積）は、上記接合界面の面積の50%以上であることがより望ましい。50%以上とすることで、焼結助剤の拡散がさらに促進され、より高い接合強度が得られるからである。

#### 発明の詳細な開示

以下、本発明を実施の形態に則して説明する。なお、本発明は、この記載に限定されることはない。

本発明のセラミック接合体を構成するセラミック基板の内部に形成された導電体が抵抗発熱体および導体回路である場合には、上記セラミック接合体は、セラミックヒータとして機能する。

図1は、本発明のセラミック接合体を構成するセラミックヒータの一部であるセラミック基板を模式的に示した平面図であり、図2は、その断面図であり、図3は、図2に示したセラミック製の筒状体近傍の部分拡大断面図である。

図2に示すように、このセラミックヒータ10では、円板形状のセラミック基板11の底面11bの中央付近に筒状体17が接合されている。また、筒状体17は、支持容器の底板（図示せず）に密着するように形成されているため、筒状体17の内側と外側とは完全に隔離されている。

セラミック基板11の底面11bと筒状体17とは、極めて薄い接合層を介して、又は、何も介さずに直接接合されているため、接合部分において、ガスが透過したり、大きな応力がかかった際に、筒状体17がとれたりすることなく、強固に接合されている。

セラミック基板11の内部には、図1に示すように、同心円形状の回路からなる抵抗発熱体12が形成されており、これら抵抗発熱体12は、互いに近い二重の同心円同士が1組の回路として、1本の線になるように接続されている。

ただし、図1、図2に示すように、セラミック基板11と筒状体17との接合界面の上方領域には、抵抗発熱体12が形成されていないA領域が存在する。これにより、セラミック基板に含まれる焼結助剤が、基板表面へと拡散する途中で抵抗発熱体により阻害されることなく、筒状体との接合界面に到達することが可能であるため、セラミック基板とセラミック製の筒状体とを強固に接合させることができる。

また、図2に示すように、抵抗発熱体12と底面11bとの間には、セラミック基板11の中心方向に向かって伸びる導体回路18が形成されており、抵抗発熱体端部12aと導体回路18の一端とはパイアホール130を介して接続されている。

この導体回路18は、抵抗発熱体端部12aを中央部に延設するために形成されたものであり、セラミック基板11の内部において、筒状体17の内側の近傍にまで延びた導体回路18の他端の直下にはスルーホール13'およびこのスルーホール13'を露出させる袋孔19が形成され、このスルーホール13'は、半田層（図示せず）を介して先端がT字形状の外部端子23と接続されている。

なお、導体回路18は、A領域を通過し、抵抗発熱体端部12aとスルーホールとを接続しているが、導体回路18は、抵抗発熱体と異なり、A領域全体に存在するものではなく、A領域の一部を通過するのみであるので、セラミック基板表面におけるY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の濃度分布に影響を及ぼすものではなく、本発明に反するものではない。

抵抗発熱体端部12aが筒状体17の内側にある場合には、パイアホールや導体回路は必要がないので、抵抗発熱体の端部に直接スルーホール13が形成され、半田層を介して外部端子23と接続されている。

そして、これらの外部端子23には導電線230を有するソケット25が取り付けられ、この導電線230は、底板（図示せず）に形成された貫通孔から外部に引き出され、電源等（図示せず）と接続されている。

一方、セラミック基板11の底面11bに形成された有底孔14には、リード線290を有する熱電対等の測温素子180が挿入され、耐熱性樹脂、セラミック（シリカゲル等）等を用いて封止されている。このリード線290は、碍子（図示せず）の内部を挿通しており、支持容器の底板に形成された貫通孔（図示せず）を通して外部に引き出されており

10

20

30

40

50

、碍子の内部も外部と隔離されている。

さらに、セラミック基板11の中央に近い部分には、リフターピン（図示せず）を挿通するための貫通孔15が設けられている。

上記リフターピンは、その上にシリコンウエハ等の被処理物を載置して上下させることができるようになっており、これにより、シリコンウエハを図示しない搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウエハを受け取ったりするとともに、シリコンウエハをセラミック基板11の加熱面11aに載置して加熱したり、シリコンウエハを加熱面11aから50～2000 $\mu$ m離間させた状態で支持し、加熱することができるようになっている。

また、セラミック基板11に貫通孔や凹部を設け、この貫通孔または凹部に先端が尖塔状または半球状の支持ピンを挿入した後、支持ピンをセラミック基板11よりわずかに突出させた状態で固定し、上記支持ピンでシリコンウエハを支持することにより、加熱面11aから50～2000 $\mu$ m離間させた状態で加熱してもよい。 10

なお、支持容器の底板には、冷媒導入管等を設けてもよい。この場合、この冷媒導入管に、配管を介して冷媒を導入することより、セラミック基板11の温度や冷却速度等を制御することができる。

上述したように、このセラミックヒータ10では、セラミック基板11の底面11bに筒状体17が接合され、筒状体17は図示しない支持容器の底板（容器壁）まで形成されているので、筒状体17の内側とその外側とは、完全に隔離された状態となっている。

従って、底板の貫通孔から引き出された導電線230を管状の部材で保護することにより、セラミックヒータ10の周囲が反応性ガスやハロゲンガス等を含む雰囲気となっており、これら反応性ガス等が支持容器の内部に入り込み易い状態であっても、筒状体17の内部の配線等が腐食することはない。なお、測温素子180からの配線290も、碍子等により保護されているため、腐食することはない。 20

さらに、筒状体17の内部に不活性ガス等をゆっくり流し込んで、反応性ガスやハロゲンガス等が筒状体17の内部に流れ込まないようにすることにより、一層確実に導電線230の腐食を防止することができる。

セラミック基板11は、その内部に焼結助剤である $Y_2O_3$ を1～10重量%含むものであることが望ましい。上記 $Y_2O_3$ の含有量が1重量%未満であると、セラミック基板11の耐腐食性が低下するとともに、また、筒状体17との接合強度が不十分となる。また、10重量%を超えると、製造コストの高騰を招くため、現実的でないからである。さらに、2～6重量%であることがより望ましい。 30

なお、窒化物セラミック（窒化アルミニウム）の場合、焼結助剤は、 $Y_2O_3$ 以外に $Al_2O_3$ 、 $CaO$ 、 $Na_2O$ 、 $Li_2O$ 、 $Rb_2O$ などを使用することができる。 $SiC$ の場合は、 $C$ 、 $B_4C$ 等を使用することができ、 $Al_2O_3$ の場合は、 $CaO$ 、 $MgO$ を使用することができる。

セラミック基板11は、明度がJIS Z 8721の規定に基づく値でN6以下のものであることが望ましい。このような明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。また、このようなセラミック基板から構成されるセラミックヒータは、サーモピュアにより、正確な表面温度測定が可能となる。

ここで、明度のNは、理想的な黒の明度を0とし、理想的な白の明度を10とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度となるように各色を10分割し、N0～N10の記号で表示したものである。 40

そして、実際の測定は、N0～N10に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点1位は0または5とする。

このような特性を有するセラミック基板11は、基板中にカーボンを100～5000ppm含有させることにより得られる。カーボンには、非晶質のものと結晶質のものがあり、非晶質のカーボンは、基板の高温における体積抵抗率の低下を抑制することでき、結晶質のカーボンは、基板の高温における熱伝導率の低下を抑制することできるため、その製造する基板の目的等に応じて適宜カーボンの種類を選択することができる。

非晶質のカーボンは、例えば、C、H、Oだけからなる炭化水素、好ましくは、糖類を、 50

空气中で焼成することにより得ることができ、結晶質のカーボンとしては、グラファイト粉末等を用いることができる。

また、アクリル系樹脂を不活性雰囲気下で熱分解させた後、加熱加圧することによりカーボンを得ることができるが、このアクリル系樹脂の酸価を変化させることにより、結晶性（非晶性）の程度を調整することもできる。

セラミック基板 11 の形状は、図示したような円板形状が好ましく、その直径は、200 mm 以上が好ましく、250 mm 以上が最適である。

円板形状のセラミック基板 11 は、温度の均一性が要求されるが、直径の大きな基板ほど温度が不均一になりやすいからである。

セラミック基板 11 の厚さは、50 mm 以下が好ましく、20 mm 以下がより好ましい。10  
また、1 ~ 5 mm が最適である。

上記厚さが薄すぎると、高温で加熱する際に反りが発生しやすく、一方、厚過ぎると熱容量が大きくなりすぎて昇温降温特性が低下するからである。

また、セラミック基板 11 の気孔率は、0 または 5 % 以下が好ましい。上記気孔率はアルキメデス法により測定する。

高温での熱伝導率の低下、反りの発生を抑制することができるからである。

筒状体 17 は、セラミック基板 11 をしっかりと支持する働きも有しているので、セラミック基板 11 が高温に加熱された際にも、自重により反るのを防止することができ、その結果、シリコンウエハ等の被処理物の破損を防止するとともに、該被処理物を均一な温度になるように加熱することもできる。

筒状体 17 を形成するセラミックとしては、上述したセラミック基板と同様のものを用いることができる。

また、筒状体 17 は、その内部に焼結助剤である  $Y_2O_3$  を 0 ~ 5 重量 % 含むものであることが望ましい。上記  $Y_2O_3$  の含有量が 5 重量 % を超えると、製造コストの高騰を招くため、現実的でないからである。

本発明のセラミック接合体における筒状体の形状は、円筒形状が望ましく、その内径は、10 mm 以上であることが望ましい。

10 mm 未満であると、セラミック基板をしっかりと支持することが困難になり、セラミック基板が高温に加熱された際、セラミック基板が自重によって反ってしまうおそれがあるからである。

また、上記筒状体の厚さは、3 ~ 20 mm であることが望ましい。3 mm 未満であると、筒状体の厚さが薄すぎるため、機械的強度が乏しくなり、昇温と降温とを繰り返すことによって、上記筒状体が破損してしまうおそれがあり、20 mm を超えると、筒状体の厚さが厚すぎるため、熱容量が大きくなり、昇温速度が低下するおそれがあるからである。

抵抗発熱体 12 のパターンとしては、図 1 に示した同心円形状のほか、渦巻き形状、偏心円形状、同心円形状と屈曲線形状との組み合わせなどを挙げることができる。また、抵抗発熱体 12 の厚さは、1 ~ 50  $\mu m$  が望ましく、その幅は、5 ~ 20  $\mu m$  が望ましい。

抵抗発熱体 12 の厚さや幅を変化させることにより、その抵抗値を変化させることができるが、この範囲が最も実用的だからである。抵抗発熱体 12 の抵抗値は、その厚さが薄く、また、その幅が狭くなるほど大きくなる。

抵抗発熱体 12 は、断面が方形、楕円形、紡錘形、蒲鉾形状のいずれでもよいが、偏平なものであることが望ましい。偏平の方が加熱面 11 a に向かって放熱しやすいため、加熱面 11 a への熱伝搬量を多くすることができ、加熱面 11 a の温度分布ができにくいからである。なお、抵抗発熱体 12 は螺旋形状でもよい。

セラミックヒータ 10 において、抵抗発熱体 12 からなる回路の数は 1 以上であれば特に限定されないが、加熱面 11 a を均一に加熱するためには、複数の回路が形成されていることが望ましい。

抵抗発熱体 12 を、セラミック基板 11 の内部に形成する際、その形成位置は特に限定されないが、セラミック基板 11 の底面 11 b からその厚さの 60 % までの位置に少なくとも 1 層形成されていることが好ましい。加熱面 11 a まで熱が伝搬する間に拡散し、加熱 50

面11aでの温度が均一になりやすいからである。

セラミック基板11の内部に抵抗発熱体12を形成する際には、金属や導電性セラミックからなる導体ペーストを用いることが好ましい。

即ち、セラミック基板11の内部に抵抗発熱体12を形成する際には、グリーンシート上に導体ペースト層を形成した後、グリーンシートを積層、焼成することにより、内部に抵抗発熱体12を作製する。

上記導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するため金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケル等が好ましい。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、0.1~100 $\mu$ mが好ましい。0.1 $\mu$ m未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、100 $\mu$ mを超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってもよい。

上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、抵抗発熱体12とセラミック基板11との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコール等が挙げられる。増粘剤としては、セルロース等が挙げられる。

また、基板の内部に導体回路18を形成する際には、上述した抵抗発熱体12を形成する際に使用した金属や導電性セラミックからなる導体ペーストを用いることができるほか、電極等を形成する際に通常に用いられる導体ペースト等を用いることができる。

導体回路18の大きさは特に限定されず、幅は0.1~50mm、厚さは0.1~500 $\mu$ mが好ましく、長さは、抵抗発熱体12の端部からセラミック基板11の中央付近に接合された筒状体17の内側までの距離に合わせて適宜調整される。

本発明に係るセラミックヒータ10は、100℃で以上使用することが望ましく、200℃以上で使用することがより望ましい。

本発明では、ソケット25を介して外部端子23と接続されている導電線230は、他の導電線230との間の短絡等を防止するために、耐熱性の絶縁部材で被覆されていることが望ましい。

このような絶縁性部材としては、筒状体17と同様の窒化アルミニウムや、その他、アルミナ、シリカ、ムライト、コージェライト等の酸化物セラミック、窒化珪素、および、炭化珪素等が挙げられる。

また、図1、2および3に示したセラミックヒータ10では、通常、セラミック基板11が支持容器（図示せず）の上部に嵌合されているが、他の実施の形態においては、基板が上端に基板受け部を有する支持容器の上面に載置され、ボルト等の固定部材により固定されていてもよい。

本発明では、図2に示したように測温素子180として熱電対を用いることができる。熱電対により抵抗発熱体12の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、温度を制御することができるからである。

上記熱電対のリード線の接合部位の大きさは、各リード線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面11aの温度分布が小さくなるのである。

10

20

30

40

50

上記熱電対としては、例えば、J I S - C - 1 6 0 2 ( 1 9 8 0 ) に挙げられるように、K 型、R 型、B 型、E 型、J 型、T 型熱電対が挙げられる。

上記熱電対の他に、本発明に係るセラミックヒータ 1 0 の測温手段としては、例えば、白金測温抵抗体、サーミスタ等の測温素子が挙げられるほか、サーモピュア等の光学的な手段を用いた測温手段も挙げられる。

上記サーモピュアを用いた場合には、セラミック基板 1 1 の加熱面 1 1 a の温度を測定することができるほか、シリコンウエハ等の被加熱物表面の温度を直接測定することができるため、被加熱物の温度制御の精度が向上する。

本発明のセラミック接合体を構成するセラミック基板は、半導体の製造や半導体の検査を行うために用いられるものであり、具体的には、例えば、静電チャック、サセプタ、ホットプレート（セラミックヒータ）等が挙げられる。

10

上述したセラミックヒータは、セラミック基板の内部に抵抗発熱体のみが設けられた装置であり、これにより、シリコンウエハ等の被処理物をセラミック基板の表面に載置または離間させて保持し、所定の温度に加熱したり洗浄を行うことができる。

本発明のセラミック接合体を構成するセラミック基板の内部に形成された導電体が静電電極および導体回路である場合には、上記セラミック接合体は、静電チャックとして機能する。

図 4 は、このような静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、図 5 は、その部分拡大断面図であり、図 6 は、静電チャックを構成する基板に形成された静電電極付近を模式的に示す水平断面図である。

20

この静電チャック 3 0 を構成するセラミック基板 3 1 の内部には、半円形状のチャック正負極静電層 3 2 a、3 2 b が対向して配設され、これらの静電電極上にセラミック誘電体膜 3 4 が形成されている。また、セラミック基板 3 1 の内部には、抵抗発熱体 3 2 0 が設けられ、シリコンウエハ等の被処理物を加熱することができるようになっている。なお、セラミック基板 3 1 には、必要に応じて、R F 電極が埋設されていてもよい。

上記静電電極は、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケル等の金属、または、タングステン、モリブデンの炭化物等の導電性セラミックからなるものであることが好ましい。また、これらは、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

この静電チャック 3 0 は、図 4、図 5 に示した通り、セラミック基板 3 1 中に静電電極 3 2 a、3 2 b が形成され、静電電極 3 2 a、3 2 b の端部の直下にスルーホール 3 3 が形成され、静電電極 3 2 上にセラミック誘電体膜 3 4 が形成されている以外は、上述したセラミックヒータ 1 0 と同様に構成されている。

30

すなわち、セラミック基板 3 1 の底面の中央付近には筒状体 3 7 が接合され、筒状体 3 7 の内側の上方には、スルーホール 3 3、3 3 0 が形成されており、これらのスルーホール 3 3、3 3 0 は、静電電極 3 2 a、3 2 b、抵抗発熱体 3 2 0 に接続されるとともに、袋孔 3 9 0 に挿入された外部端子 3 6 0 に接続され、この外部端子 3 6 0 の一端には、導電線 3 3 1 を有するソケット 3 5 0 が接続されている。そして、この導電線 3 3 1 が貫通孔（図示せず）より外部に引き出されている。

また、筒状体 3 7 の外側に端部を有する抵抗発熱体 3 2 0 の場合には、図 1 ~ 3 に示したセラミックヒータ 1 0 の場合と同様に、パイアホール 3 9、導体回路 3 8 0 およびスルーホール 3 3 0' を形成することより、抵抗発熱体 3 2 0 の端部を筒状体 3 7 の内側に延設している（図 5 参照）。従って、スルーホール 3 3 0' を露出させる袋孔 3 9 0 に外部端子 3 6 0 を挿入して接続することにより、筒状体 3 7 の内側に外部端子 3 6 0 を格納することができる。

40

このような静電チャック 3 0 を作動させる場合には、抵抗発熱体 3 2 0 および静電電極 3 2 に、それぞれ電圧を印加する。これにより、静電チャック 3 0 上に載置されたシリコンウエハが所定温度に加熱されるとともに、静電的にセラミック基板 3 1 に吸着されることになる。なお、この静電チャックは、必ずしも、抵抗発熱体 3 2 0 を備えていなくてもよい。

50

図 7 は、他の静電チャックの基板に形成された静電電極を模式的に示した水平断面図である。基板 7 1 の内部に半円弧状部 7 2 a と櫛歯部 7 2 b とからなるチャック正極静電層 7 2 と、同じく半円弧状部 7 3 a と櫛歯部 7 3 b とからなるチャック負極静電層 7 3 とが、互いに櫛歯部 7 2 b、7 3 b を交差するように対向して配置されている。

また、図 8 は、更に別の静電チャックの基板に形成された静電電極を模式的に示した水平断面図である。この静電チャックでは、基板 8 1 の内部に円を 4 分割した形状のチャック正極静電層 8 2 a、8 2 b とチャック負極静電層 8 3 a、8 3 b が形成されている。また、2 枚のチャック正極静電層 8 2 a、8 2 b および 2 枚のチャック負極静電層 8 3 a、8 3 b は、それぞれ交差するように形成されている。

なお、円形等の電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5 分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。

次に、本発明のセラミック接合体の製造方法について説明する。

以下に、本発明のセラミック接合体の製造方法の一例として、セラミックヒータの製造方法について図 9 を参照しながら説明する。

図 9 ( a ) ~ ( d ) は、窒化アルミニウムからなる基板の内部に抵抗発熱体を有するセラミックヒータの製造方法の一部を模式的に示した断面図である。

#### ( 1 ) グリーンシートの作製工程

まず、窒化アルミニウム粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。

このとき、上記グリーンシート中には、焼結助剤として、 $Y_2O_3$  を添加する。

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルローズ、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも 1 種が望ましい。

さらに溶媒としては、 $\alpha$ -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも 1 種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート 5 0 を作製する。

グリーンシート 5 0 の厚さは、0.1 ~ 5 mm が好ましい。

次に、抵抗発熱体の端部と導体回路とを接続するためのパイアホールとなる部分 6 3 0 を形成したグリーンシートと、導体回路と外部端子とを接続するためのスルーホールとなる部分 6 3、6 3' を形成したグリーンシートを作製する。

また、必要に応じて、シリコンウエハを運搬するためのリフターピンを挿入する貫通孔となる部分、シリコンウエハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分等を形成する。なお、貫通孔や有底孔は、後述するグリーンシート積層体を形成した後、または、上記積層体を形成し、焼成した後上記加工を行ってもよい。

なお、パイアホールとなる部分 6 3 0 およびスルーホールとなる部分 6 3、6 3' には、上記ペースト中にカーボンを加えておいたものを充填してもよい。グリーンシート中のカーボンは、スルーホール中に充填されたタングステンやモリブデンと反応し、これらの炭化物が形成されるからである。

#### ( 2 ) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

パイアホールになる部分 6 3 0 を形成したグリーンシート上に、金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導体ペーストを印刷し、導体ペースト層 6 2 を形成する。

このとき、筒状体 1 7 を接合する部分の上方に相当する領域には、導体ペーストを印刷しない。このように、筒状体との接合界面の上方以外の領域に抵抗発熱体を形成することで、セラミック基板 1 1 に含まれる焼結助剤が、表面に拡散する途中で、抵抗発熱体 1 2 により阻害されることなく、筒状体接合部分に到達することが可能であるため、セラミック基板 1 1 とセラミック製の筒状体 1 7 とを強固に接合させることができる。

なお、これらの導体ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

上記金属粒子であるタングステン粒子またはモリブデン粒子等の平均粒径は、0.1 ~ 5

$\mu\text{m}$ が好ましい。平均粒子が $0.1\mu\text{m}$ 未満であるか、 $5\mu\text{m}$ を超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック粒子85～87重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～10重量部；および、 $\alpha$ -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5～10重量部混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

また、スルーホールとなる部分63、63'を形成したグリーンシート上に、静電電極等を形成するとき通常使用される導体ペーストを印刷して、導体ペースト層68を形成する。

10

### (3) グリーンシートの積層工程

導体ペースト層62を印刷したグリーンシート上に、導体ペーストを印刷していないグリーンシート50を複数積層し、その下に、導体ペースト層68を形成したグリーンシートを重ねる。そして、このグリーンシートの下に、更に、何も印刷していないグリーンシート50を複数積層する（図9（a））。

このとき、導体ペースト層62を印刷したグリーンシートの上側に積層するグリーンシート50の数を下側に積層するグリーンシート50の数よりも多くして、製造する抵抗発熱体の形成位置を底面側の方向に偏芯させる。

具体的には、上側のグリーンシート50の積層数は20～50枚が、下側のグリーンシート50の積層数は5～20枚が好ましい。

20

### (4) グリーンシート積層体の焼成工程

グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシート50および内部の導体ペースト層62、68等を焼結させ、セラミック基板11、抵抗発熱体12および導体回路18等を製造する（図9（b））。

加熱温度は、 $1000\sim 2000^{\circ}\text{C}$ が好ましく、加圧の圧力は、 $10\sim 20\text{MPa}$ が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素等を使用することができる。

次に、セラミック基板11の底面11bに、測温素子を挿入するための有底孔を設ける（図示せず）。上記有底孔は、表面研磨後に、ドリル加工やサンドブラストなどのブラスト処理等を行うことにより形成することができる。なお、上記有底孔や凹部は、後述するセラミック基板11と筒状体17とを接合した後に設けてもよく、グリーンシート50に予め有底孔となる部分を設けておき、グリーンシート50を積層、焼成すると同時に形成してもよい。

30

また、内部の抵抗発熱体12と接続するためのスルーホール13、13'を露出させるために袋孔19を形成する。この袋孔19もセラミック基板11と筒状体17とを接合した後に設けてもよい。

### (5) 筒状体の製造

窒化アルミニウム粉末を筒状成形型に入れて成形し、必要に応じて切断加工する。これを加熱温度 $1000\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 、常圧で焼結させてセラミック製の筒状体17を製造する。上記焼結は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素等を使用することができる。

40

ここで、上記窒化アルミニウム粉末には、焼結助剤として $\text{Y}_2\text{O}_3$ が含まれている。好適にセラミック基板と筒状体とを直接接合することができるからである。

また、筒状体17の大きさは、セラミック基板の内部に形成したスルーホール13、13'がその内側に収まるように調整する。

なお、上記筒状体に含まれる $\text{Y}_2\text{O}_3$ の量をさらに多くすることで、セラミック基板11の接合界面での焼結助剤濃度に関係なく、セラミック基板と筒状体とを直接接合することができるが、このような方法によりセラミック接合体を製造すると、手間がかかるとともに、製造コストの高騰を招くため、現実的でない。

次いで、筒状体17の端面を研磨して平坦化する。

50

#### ( 6 ) セラミック基板と筒状体との接合

セラミック基板 1 1 の接合部分や筒状体 1 7 の接合部分における焼結助剤の濃度が高い場合には、セラミック基板 1 1 の底面 1 1 b の中央付近と筒状体 1 7 の端面とを接触させた状態で、セラミック基板 1 1 と筒状体 1 7 とを加熱することにより、これらを接合することができる。

セラミック基板 1 1 の接合部分や筒状体 1 7 の接合部分における焼結助剤の濃度が充分に高くない場合には、セラミック基板 1 1 の底面 1 1 b の接合部分又は筒状体 1 7 の端面に焼結助剤を含む溶液を塗布した後、セラミック基板 1 1 と筒状体 1 7 とを加熱することにより、これらを接合することができる。このとき、筒状体 1 7 の内径の内側にセラミック基板 1 1 内のスルーホール 1 3、1 3' が収まるように筒状体 1 7 をセラミック基板 1 1 の底面 1 1 b に接合する ( 図 9 ( c ) )。 10

セラミック基板 1 1 と筒状体 1 7 とは、1 5 0 0 ~ 2 0 0 0 ℃に加熱することが望ましい。セラミック基板 1 1 中の Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を筒状体 1 7 中に拡散させて、セラミック基板 1 1 と筒状体 1 7 との界面において、窒化アルミニウム粒子を良好に粒成長させることができ、セラミック基板 1 1 と筒状体 1 7 とを強固に接合することができるからである。

#### ( 7 ) 端子等の取り付け

筒状体 1 7 の内径の内側に形成した袋孔 1 9 に、半田やろう材を介して外部端子 2 3 を挿入し、加熱してリフローすることにより、外部端子 2 3 をスルーホール 1 3、1 3' に接続する ( 図 9 ( d ) )。

上記加熱温度は、半田処理の場合には 9 0 ~ 4 5 0 ℃が好適であり、ろう材での処理の場合には、9 0 0 ~ 1 1 0 0 ℃が好適である。 20

次に、この外部端子 2 3 にソケット 2 5 を介して電源に接続される導電線 2 3 0 に接続する ( 図 2 参照 )。

更に、測温素子としての熱電対等を、形成した有底孔に挿入し、耐熱性樹脂等で封止することで、その底面にセラミック製の筒状体を備え、セラミック基板と筒状体との接合界面の上方領域には、抵抗発熱体が形成されていないセラミックヒータを製造することができる。

このセラミックヒータでは、その上にシリコンウエハ等の半導体ウエハを載置するか、または、シリコンウエハ等をリフターピンや支持ピン等で保持させた後、シリコンウエハ等の加熱や冷却を行いながら、洗浄等の操作を行うことができる。 30

上記セラミックヒータを製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャックを製造することができる。ただし、この場合は、静電電極と外部端子とを接続するためのスルーホールを形成する必要があるが、支持ピンを挿入するための貫通孔を形成する必要はない。

セラミック基板の内部に電極を設ける場合には、抵抗発熱体を形成する場合と同様にグリーンシートの表面に静電電極となる導体ペースト層を形成すればよい。

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

発明を実施するための最良の形態

#### ( 実施例 1 ) 静電チャックの製造 ( 図 4 ~ 6 参照 )

( 1 ) 窒化アルミニウム粉末 ( トクヤマ社製、平均粒径 1 . 1 μ m ) 1 0 0 重量部、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( 平均粒径 0 . 4 μ m ) 4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 1 2 重量部、分散剤 0 . 5 重量部および 1 - ブタノールとエタノールとからなるアルコール 5 3 重量部を混合した組成物を用い、ドクターブレード法を用いて成形することにより厚さ 0 . 4 7 m m のグリーンシートを得た。 40

( 2 ) 次に、このグリーンシートを 8 0 ℃で 5 時間乾燥した後、何も加工を施していないグリーンシートと、パンチングを行い、抵抗発熱体と導体回路とを接続するためのパイアホール用貫通孔を設けたグリーンシートと、導体回路と外部端子とを接続するためのパイアホール用貫通孔を設けたグリーンシートと、静電電極と外部端子とを接続するためのスルーホール用貫通孔を設けたグリーンシートとを作製した。

( 3 ) 平均粒子径 1 μ m のタングステンカーバイド粒子 1 0 0 重量部、アクリル系バイン 50

ダ 3. 0 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3. 5 重量部、分散剤 0. 3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

また、平均粒子径  $3\ \mu\text{m}$  のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1. 9 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3. 7 重量部、分散剤 0. 2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

(4) バイアホール用貫通孔を設けたグリーンシートの表面に、導体ペースト A をスクリーン印刷法により印刷し、抵抗発熱体となる導体ペースト層を印刷した。なお、上記工程において、筒状体を接合する部分の上方領域には、導体ペースト A を印刷しなかった。

また、導体回路と外部端子とを接続するためのスルーホール用貫通孔を設けたグリーンシートの表面に、上記導電性ペースト A をスクリーン印刷法により印刷し、導体回路となる導体ペースト層を印刷した。更に、何も加工を施していないグリーンシートに図 6 に示した形状の静電電極パターンからなる導体ペースト層を形成した。

更に、抵抗発熱体と導体回路とを接続するためのバイアホール用貫通孔と外部端子を接続するためのスルーホール用貫通孔に導体ペースト B を充填した。

次に、上記処理の終わった各グリーンシートを積層した。

まず、抵抗発熱体となる導体ペースト層が印刷されたグリーンシートの上側（加熱面側）に、スルーホール 33 となる部分のみが形成されたグリーンシートを 34 枚積層し、そのすぐ下側（底面側）に導体回路となる導体ペースト層が印刷されたグリーンシートを積層し、さらに、その下側にスルーホール 33、330、330' となる部分が形成されたグリーンシートを 12 枚積層した。

このように積層したグリーンシートの最上部に、静電電極パターンからなる導体ペースト層を印刷したグリーンシートを積層し、さらにその上に何の加工もしていないグリーンシートを 2 枚積層し、これらを  $130^\circ\text{C}$ 、 $8\ \text{MPa}$  の圧力で圧着して積層体を形成した。

(5) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、 $600^\circ\text{C}$  で 5 時間脱脂し、その後、 $1890^\circ\text{C}$ 、圧力  $15\ \text{MPa}$  の条件で 3 時間ホットプレスし、厚さ  $3\ \text{mm}$  の窒化アルミニウム板状体を得た。

これを直径  $230\ \text{mm}$  の円板状に切り出し、内部に、厚さが  $5\ \mu\text{m}$ 、幅が  $2.4\ \text{mm}$  の抵抗発熱体 320、厚さが  $20\ \mu\text{m}$ 、幅が  $10\ \text{mm}$  の導体回路 380 および厚さ  $6\ \mu\text{m}$  のチャック正極静電層 32a、チャック負極静電層 32b を有するセラミック基板 31 とした。

(6) 次に、(5) で得られたセラミック基板 31 を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、ガラスビーズによるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔 300 を設け、セラミック基板 31 の底面 31b で、スルーホール 33、33' が形成されている部分をえぐりとして袋孔 390 を形成した。

(7) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径  $1.1\ \mu\text{m}$ ）100 重量部、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ （平均粒径  $0.4\ \mu\text{m}$ ）4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 11. 5 重量部、分散剤 0. 5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合した組成物を用い、スプレードライ法により顆粒を製造し、この顆粒をパイプ状の金型に入れ、常圧、 $1890^\circ\text{C}$  で焼結させ、端面を研磨し、面粗度を  $R_a = 0.5\ \mu\text{m}$  とし、長さ  $200\ \text{mm}$ 、外径  $52\ \text{mm}$ 、内径  $39\ \text{mm}$  の窒化アルミニウム製の筒状体を製造した。

(8) この後、セラミック基板 31 の底面 31b であって、抵抗発熱体 32 が形成されていない領域に、 $0.05\ \text{mol/l}$  の塩化イットリウム水溶液をスクリーン印刷法を用いて塗布し、筒状体 37 の端面を接触させ、 $1890^\circ\text{C}$  に加熱することで、セラミック基板 31 と筒状体 37 とを接合した。また、袋孔 390 が内径の内側に収まるように筒状体 37 を接合した。

(9) 次に、筒状体 37 の内部の袋孔 390 に、 $\text{Ag/Ni}$  ろう（ $\text{Ag}$  : 80 重量%、 $\text{Ni}$  : 20 重量%、リフロー温度  $1000^\circ\text{C}$ ）を用いて、外部端子 360 を取り付けした。そして、外部端子 360 にソケット 350 を介して導電線 331 を接続した。

(10) そして、温度制御のための熱電対を有底孔 300 に挿入し、シリカゾルを充填し、 $190^\circ\text{C}$  で 2 時間硬化、ゲル化させることで、その内部に静電電極、抵抗発熱体、導体

回路、パイアホールおよびスルーホールが設けられたセラミック基板の底面に、窒化アルミニウム製の筒状体が接合され、上記セラミック基板が静電チャックとして機能するセラミック接合体を製造した。

(実施例 2) セラミックヒータの製造 (図 1 ~ 3、図 9 参照)

(1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1 \mu\text{m}$ ) 100 重量部、酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ : イットリア、平均粒径  $0.4 \mu\text{m}$ ) 4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行って、厚さ  $0.47 \text{ mm}$  のグリーンシートを作製した。

(2) 次に、このグリーンシートを  $80^\circ\text{C}$  で 5 時間乾燥させた後、図 1 に示すようなシリコンウエハを運搬等するためのリフターピンを挿入するための貫通孔 15 となる部分、パイアホールとなる部分 630、および、スルーホールとなる部分 63、63' をパンチングにより形成した。 10

(3) 平均粒径  $1 \mu\text{m}$  のタングステンカーバイト粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3.0 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.5 重量部および分散剤 0.3 重量部を混合して導体ペースト A を調整した。

平均粒径  $3 \mu\text{m}$  のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.7 重量部および分散剤 0.2 重量部を混合して導体ペースト B を調整した。

この導体ペースト A をパイアホールとなる部分 630 を形成したグリーンシート上にスクリーン印刷で印刷し、抵抗発熱体用の導体ペースト層 62 を形成した。印刷パターンは、図 1 に示したような同心円パターンとし、導体ペースト層 62 の幅を  $10 \text{ mm}$ 、その厚さを  $12 \mu\text{m}$  とした。 20

続いて、導体ペースト A をスルーホールとなる部分 63' を形成したグリーンシート上にスクリーン印刷で印刷し、導体回路用の導体ペースト層 68 を形成した。印刷の形状は帯状とした。

なお、上記工程において、筒状体を接合する部分の上方領域には、導体ペースト A を印刷しなかった。

また、導体ペースト B を、パイアホールとなる部分 630 およびスルーホールとなる部分 63、63' に充填した。 30

上記処理の終わった導体ペースト層 62 を印刷したグリーンシートの上に、導体ペーストを印刷していないグリーンシートを 37 枚重ね、その下に、導体ペースト層 68 を印刷したグリーンシートを重ねた後、更にその下に、導体ペーストを印刷していないグリーンシートを 12 枚重ねて、 $130^\circ\text{C}$ 、 $8 \text{ MPa}$  の圧力で積層した。

(4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、 $600^\circ\text{C}$  で 5 時間脱脂し、 $1890^\circ\text{C}$ 、圧力  $15 \text{ MPa}$  で 10 時間ホットプレスし、厚さ  $3 \text{ mm}$  の窒化アルミニウム板状体を得た。これを  $230 \text{ mm}$  の円板状に切り出し、内部に厚さ  $6 \mu\text{m}$ 、幅  $10 \text{ mm}$  の抵抗発熱体 12、厚さ  $20 \mu\text{m}$ 、幅  $10 \text{ mm}$  の導体回路 18、パイアホール 130 およびスルーホール 13、13' を有するセラミック基板 11 とした。

(5) 次に、(4) で 11 の底面 11b で、スルーホール 13、13' が形成されている部分 40 をえぐりとして袋孔 19 を形成した。

(6) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1 \mu\text{m}$ ) 100 重量部、 $\text{Y}_2\text{O}_3$  (平均粒径  $0.4 \mu\text{m}$ ) 4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合した組成物を用い、スプレードライ法により顆粒を製造し、この顆粒を円筒状の金型に入れ、常圧、 $1890^\circ\text{C}$  で焼結させ、端面を研磨し、面粗度を  $R_a = 0.5 \mu\text{m}$  とし、長さ  $200 \text{ mm}$ 、外径  $52 \text{ mm}$ 、内径  $39 \text{ mm}$  の窒化アルミニウム製の筒状体 17 を製造した。

(7) この後、セラミック基板 11 の底面 11b であって、抵抗発熱体 12 が形成されていない領域に、 $0.05 \text{ mol/l}$  の塩化イットリウム水溶液をスクリーン印刷法を用い 50

て塗布し、筒状体 17 の端面を接触させ、1890℃に加熱することで、セラミック基板 11 と筒状体 17 とを接合した。また、袋孔 19 がその内径の内側に収まるように筒状体 17 を接合した。

(8) 次に、筒状体 17 の内部の袋孔 19 に、Ag/Ni ろう (Ag : 80 重量%、Ni : 20 重量%) を用いて、外部端子 23 を取り付け付けた。そして、外部端子 23 にソケット 25 を介して導電線 230 を接続した。

(9) そして、温度制御のための熱電対を有底孔 14 に挿入し、シリカゾルを充填し、190℃で2時間硬化、ゲル化させることで、その内部に抵抗発熱体、導体回路、パイアホールおよびスルーホールが設けられたセラミック基板の底面に、窒化アルミニウム製の筒状体が接合され、上記セラミック基板がセラミックヒータとして機能するセラミック接合体を製造した。 10

#### (実施例 3)

本実施例では、図 10 に示すように、筒状体 17 とセラミック基板 41 の接合界面の上方領域 (A 領域) の大部分 (平面視した場合に、接合界面の面積の 80%、従って、抵抗発熱体のない領域は 20%) に抵抗発熱体 42 が存在するように、パターンを配置したほかは、実施例 1 と同様にしてセラミック接合体を製造した。なお、抵抗発熱体 42 は、スルーホール 43 および Ag/Ni ろう (図示せず) を介して外部端子 23 と接合されている。

#### (比較例 1)

実施例 1 の (4) の工程で、筒状体を接合する部分の上方領域にも、導体ペースト A を印刷し、同心円状の抵抗発熱体を形成した以外は、実施例 1 と同様にして、セラミックヒータを製造した。 20

#### (比較例 2)

実施例 2 の (3) の工程で、筒状体を接合する部分の上方領域にも、導体ペースト A を印刷し、同心円状の抵抗発熱体を形成した以外は、実施例 2 と同様にして、セラミックヒータを製造した。

#### (比較例 3)

実施例 1 の (8) の工程で、窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径 1.1 μm) 100 重量部、酸化イットリウム (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : イットリア、平均粒径 0.4 μm) 4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合したペーストをセラミック基板 31 および筒状体 37 の接合部に塗布し、1890℃に加熱することにより、セラミック接合層を介してセラミック基板 31 と筒状体 37 との接合を行った以外は、実施例 1 と同様にして、セラミックヒータを製造した。 30

実施例 1 ~ 3 および比較例 1 ~ 3 に係るセラミック接合体について、以下の評価試験を行った。その結果を下記の表 1 に示す。

#### (1) 破壊強度の測定

曲げ強度試験を行い、接合面の破壊強度を測定した。

#### (2) ヒートサイクル試験

25℃に保持した後、450℃に加熱する過程を繰り返すヒートサイクル試験を 500 回 40 行い、筒状体とセラミック基板との接合部分にクラックが発生するか否かを確認した。

#### (3) 耐腐食性の評価

実施例および比較例に係るセラミック接合体のセラミック基板と筒状体との接合部分に CF<sub>4</sub> ガスを吹き付け、腐食の有無を目視により観察した。

表 1

	破壊強度 (MPa)	ヒートサイクル試験	腐食の有無	導電体非形成 面積の割合(%)
実施例1	500	クラック発生せず	無	100
実施例2	540	クラック発生せず	無	83
実施例3	440	クラック発生せず	無	5
比較例1	300	クラック発生	有	0
比較例2	200	クラック発生	有	0
比較例3	240	クラック発生	有	0

上記表 1 に示した結果より明らかなように、実施例 1 ～ 3 に係るセラミック接合体の破壊強度は、十分に大きな接合強度を有し、ヒートサイクル試験においてもクラックは発生しなかった。

また、セラミック基板と筒状体との接合部についても C F<sub>4</sub> ガスにより腐食されることはなかった。

一方、比較例 1、2 に係るセラミックヒータでは、接合強度が低く、すべてのセラミックヒータにおいてクラックが発生した。また、これらのセラミックヒータの接合部分には、C F<sub>4</sub> ガスにより腐食されている部分が観察された。

これは、比較例 1、2 に係るセラミックヒータでは、セラミック基板と筒状体との接合界面の上方領域に抵抗発熱体が形成されていることから、セラミック基板に含まれる焼結助剤が、基板表面へと拡散する途中で抵抗発熱体によって阻害され、接合界面における焼結助剤濃度が実施例 1、2 に係るセラミックヒータに比べ、低くなったためであると考えられた。

また、比較例 3 に係るセラミックヒータでは、セラミック基板および筒状体とセラミック接合層との界面において、クラックや腐食が見られた。

#### (試験例 1)

実施例 1 の (4) の工程において、抵抗発熱体となる導体ペーストを印刷する際、接合界面の上方領域で抵抗発熱体が形成されていない領域の面積の、上記接合界面の面積に対する割合を種々変化させた以外は、実施例 1 と同様にして、セラミックヒータを数種類製造し、それらのセラミックヒータについて、600℃において、曲げ強度試験を行い、接合面の破壊強度を測定した。その結果を図 11 に示す。

図 11 に示した結果から明らかなように、導電体非形成面積の割合が 5 % 以上になると、接合強度が急激に高くなることがわかる。

これは、導電体非形成面積の割合が 5 % 以上となると、焼結助剤の拡散が充分に行われるようになるため、接合界面における焼結助剤濃度が高くなることに起因して、高い接合強度が得られたものと考えられた。

さらに、導電体非形成面積の割合が 50 % を超えると、600℃においても、500 MPa を超える破壊強度が得られることがわかる。

#### 産業上利用の可能性

以上説明したように、本発明のセラミック接合体では、セラミック基板と筒状体との接合界面の上方領域以外の領域に抵抗発熱体が形成されていることから、セラミック基板に含まれる焼結助剤が、基板表面へと拡散する途中で抵抗発熱体により阻害されることなく、筒状体との接合界面に到達することが可能であるため、セラミック基板とセラミック製の筒状体とを強固に接合させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

図 1 は、本発明のセラミック接合体の一例であるセラミックヒータを模式的に示す底面部

である。

図 2 は、図 1 に示したセラミックヒータの断面図である。

図 3 は、図 1 に示したセラミックヒータを構成するセラミック基板を模式的に示した部分拡大断面図である。

図 4 は、本発明のセラミック接合体の一例である静電チャックを構成するセラミック基板を模式的に示す縦断面図である。

図 5 は、図 4 に示した静電チャックを構成するセラミック基板を模式的に示した部分拡大断面図である。

図 6 は、セラミック基板に埋設されている静電電極の一例を模式的に示す水平断面図である。

図 7 は、セラミック基板に埋設されている静電電極の別の一例を模式的に示す水平断面図である。

図 8 は、セラミック基板に埋設されている静電電極の更に別の一例を模式的に示す水平断面図である。

図 9 ( a ) ~ ( d ) は、本発明のセラミック接合体の一例であるセラミックヒータの製造方法の一例を模式的に示す断面図である。

図 10 は、実施例に係るセラミックヒータを構成するセラミック基板を模式的に示した部分拡大断面図である。

図 11 は、曲げ強度試験における導電体非形成面積の割合と破壊強度との関係を示したグラフである。

#### 符号の説明

- 10 セラミックヒータ
- 11 セラミック基板
- 11a 加熱面
- 11b 底面
- 12 抵抗発熱体
- 12a 抵抗発熱体端部
- 13、13' スルーホール
- 14 有底孔
- 15 貫通孔
- 16 凹部
- 17 筒状体
- 18 導体回路
- 19 袋孔
- 130 バイアホール
- 180 測温素子

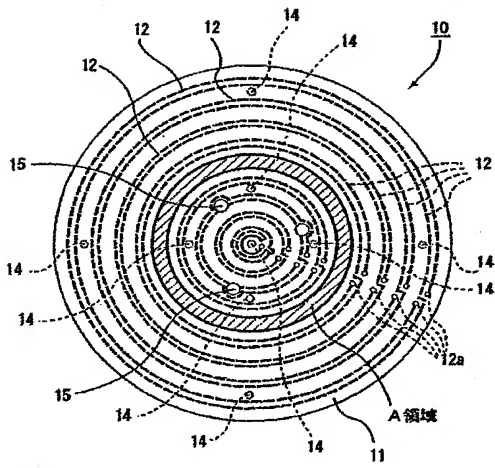
10

20

30

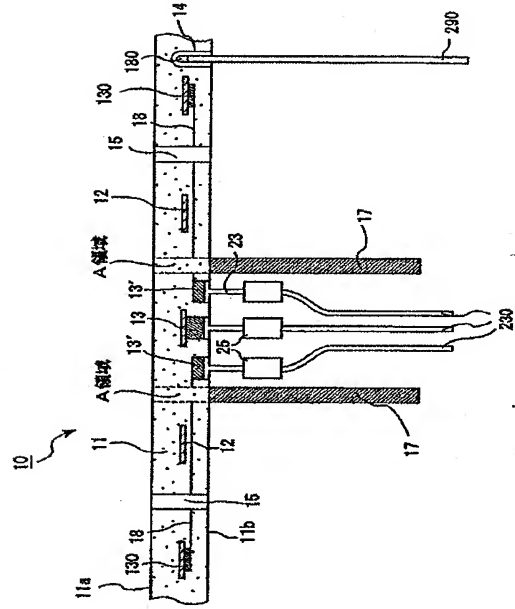
【 図 1 】

図1



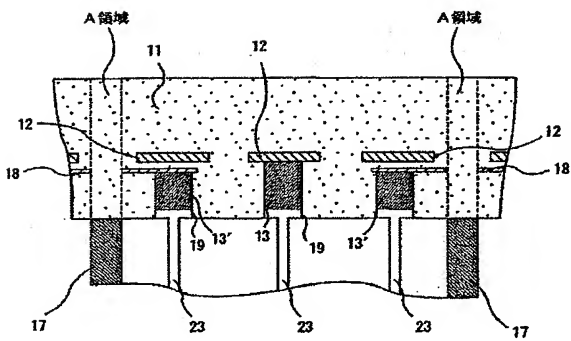
【 図 2 】

図2



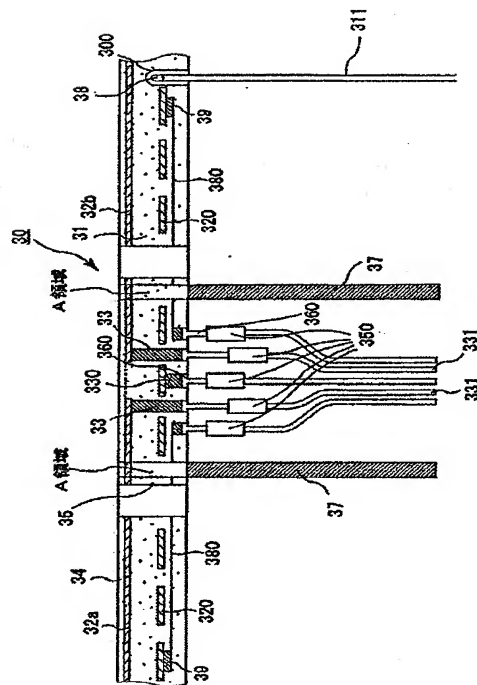
【 図 3 】

図3



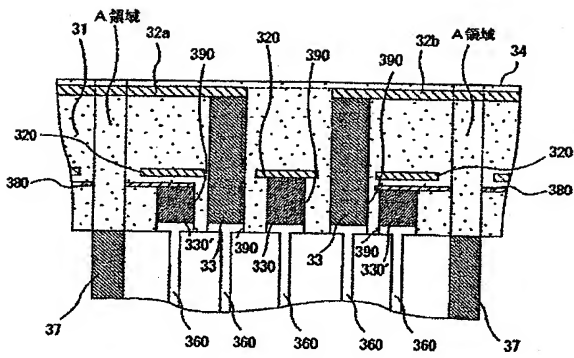
【 図 4 】

図4



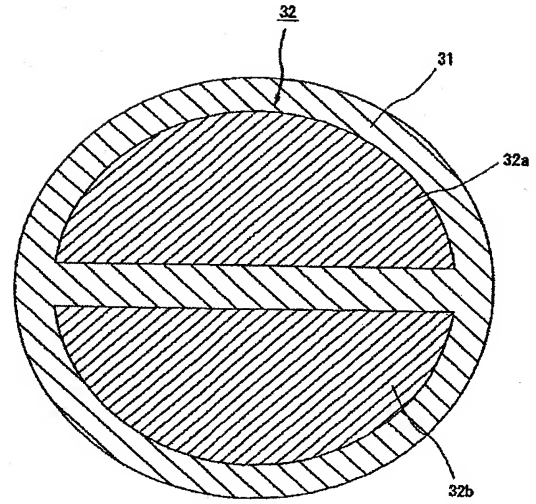
【 図 5 】

図5



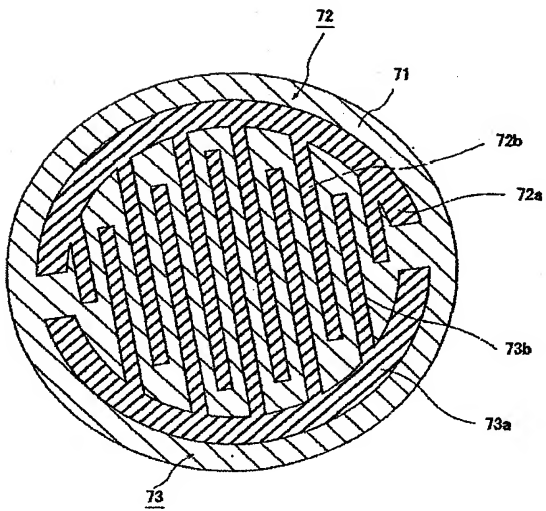
【 図 6 】

図6



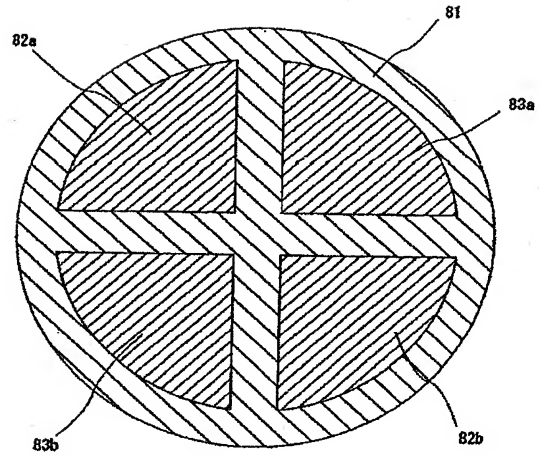
【 図 7 】

図7



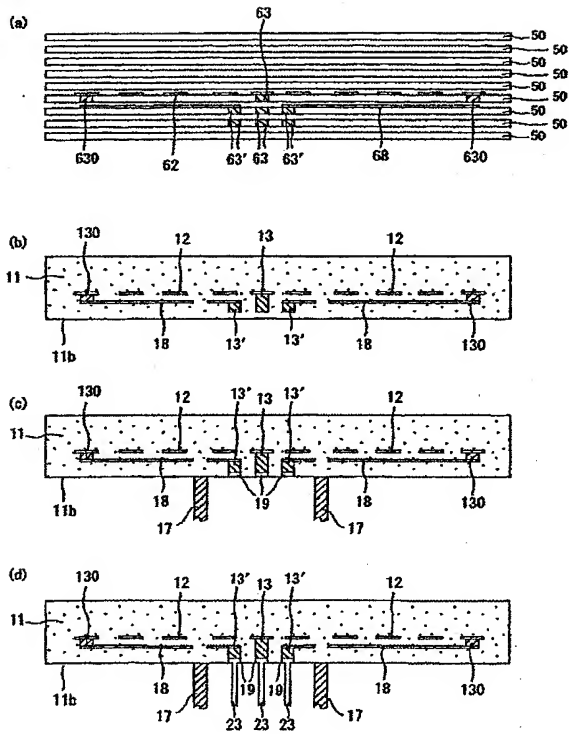
【 図 8 】

図8



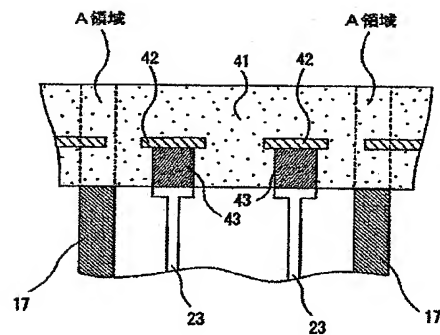
【 図 9 】

図9



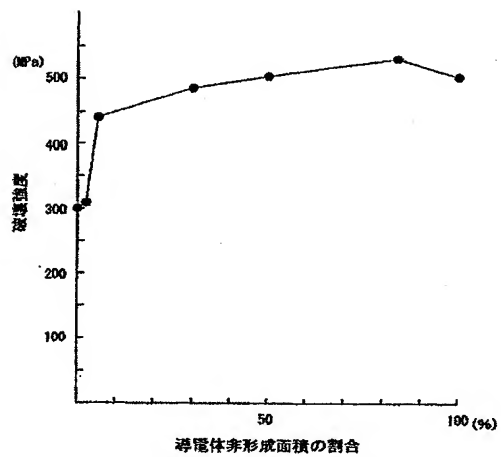
【 図 10 】

図10



【 図 11 】

図11



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP02/08223
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. <sup>7</sup> H01L21/68, H01L21/02, C04B37/00, H05B3/10, H05B3/06, H05B3/04 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. <sup>7</sup> H01L21/68, H01L21/02, C04B37/00, H05B3/10, H05B3/06, H05B3/04 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Kobo 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Kobo 1994-2002 Kokai Jitsuyo Shinan Kobo 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Kobo 1996-2002 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5207437 A (International Business Machines Corp.), 04 March, 1993 (04.03.93), Column 2, line 32 to column 3, line 23 4 JP 5-299493 A Par. Nos. [0010] to [0014]	1, 2, 4
Y	JP 10-242252 A (Kyocera Corp.), 11 September, 1998 (11.09.98), Par. Nos. [0018] to [0035] (Family: none)	1-4
Y	EP 0836221 A2 (NGK Insulators, Ltd.), 15 April, 1998 (15.04.98), Page 5, line 44 to page 13, line 27 4 JP 10-167850 A Par. Nos. [0032] to [0077]	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 November, 2002 (25.11.02)		Date of mailing of the international search report 10 December, 2002 (10.12.02)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP02/08223

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1109423 A1 (Ibiden Co., Ltd.), 20 June, 2001 (20.06.01), Abstract; drawings & JP 2001-110880 A Abstract; drawings	1-4
Y	WO 01/47931 A1 (Ibiden Co., Ltd.), 05 July, 2001 (05.07.01), Abstract; drawings & JP 2001-189373 A Abstract; drawings	1-4

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1998)

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JPO2/08223
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. <sup>1</sup> H01L21/88, H01L21/02, C04B37/00, H05B3/10, H05B3/06, H05B3/04		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. <sup>1</sup> H01L21/88, H01L21/02, C04B37/00, H05B3/10, H05B3/06, H05B3/04		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国特許庁新案公報 1985-1986年 日本国特許庁新案公報 1971-2002年 日本国特許庁新案公報 1994-2002年 日本国特許庁新案公報 1995-2002年		
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に利用した用図)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名、及び一語の略語が関連するときは、その関連する箇所を表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 5207487 A (INTERNATIONAL BUS INESS MACHINES CORPORATION) 199 3. 08. 04, 第2欄第82行-第3欄第28行, & JP 5-299498 A, 段落 [0010] - [0014]	1, 2, 4
Y	JP 10-242252 A (京セラ株式会社) 1998. 0 9. 11, 段落 [0018] - [0035] (ファミリーなし)	1-4
Y	EP 0836221 A2 (NGK INSULATORS, L TD) 1998. 04. 15, 第5ページ第44行-第13ページ	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> 本欄の横書きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を添付。		
* 参考文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの 「B」 国際出願日以前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に基拠する文献又は他の文献の発明日若しくは他の特許な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、発表等に資する文献 「P」 国際出願日以前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原意又は互換の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、両者等によって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	25. 11. 02	国際調査報告の発送日 10.12.02
国際調査機関の名称及び住所 日本国特許庁 (JSA/JPT) 調査番号 100-8918 東京都千代田区豊田三丁目4番3号		特許庁審判官 (権限のある職員) 係長 横濱 印 電話番号 03-3581-1101 内線

発明 PCT/ISA/210 (第2ページ) (1995年7月)

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JPO2/08223
C (続き)、関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	第27行, &JP 10-167850 A, 段落 [0032] - [0077]	
Y	EP 1109423 A1 (IBIDEN CO., LTD.) 2001.06.20, 要約および図面, &JP 2001-110880 A, 要約および図面	1-4
Y	WO 01/47831 A1 (イビデン株式会社) 2001.07.05, 要約および図面, &JP 2001-189373 A, 要約および図面	1-4

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (1998年7月)

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。